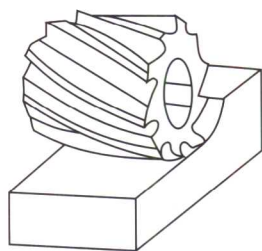


数控铣工技能



实训教程

主编 桂旺生

国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术

数控铣工技能实训教程

主 编 桂旺生

國防工業出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是根据“高等职业教育机械类专业人才培养目标及基本规格”的要求编写的。本书系统地介绍了数控铣床的分类与应用、数控铣床的结构组成、数控铣床的加工工艺、数控编程的基础知识,并结合实例讲解了 FANUC 系统、SIEMENS 系统典型数控铣床加工实训,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖、内容详实。

本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机床数控技术及应用、机电一体化等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。另外,还可作为本科院校学生的实践教学和有关工厂技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣工技能实训教程/桂旺生主编. —北京:国防工业出版社,2006.4

(国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术)

ISBN 7-118-04450-4

I. 数... II. 桂... III. 数控机床:铣工—技术培训—教材 IV. TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 017595 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

李史山印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 字数 290 千字

2006 年 4 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

《国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术》

编委会

编委会主任

长三角国家高技能人才培养中心主任
德国职业教育培训中国项目总监

马库斯·卡曼

编委会委员

上海现代模具培训中心

徐 峰

江南大学

张能武

江南大学

周斌兴

河海大学

唐亚鸣

南京航空航天大学

刘淑芳

合肥工业大学

周明建

上海第二工业大学

王新华

长三角国家高技能人才培养中心

黄 芸

长三角国家高技能人才培养中心

程美玲

苏州工业园区培训中心

邱立功

上海屹丰模具制造有限公司

吴红梅

上海昌美精械有限公司

苏本杰

上海上汽制造有限公司

卢小虎

韩国机床工业协会中国技术服务中心

金友龙

丛书序言

改革开放 20 多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到了非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲动力。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002—2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争的事实,这已引起中央领导和社会各界的广泛关注。调查研究表明,目前,我国在制造业领域急需大量数控、模具、汽车维修等专业高技能人才,而且我国技能型人才的培养模式相对落后,迫切需要通过提高职业教育和培训的针对性和适应性。教育部、劳动和社会保障部、国防科工委、信息产业部、交通部、卫生部联合提出优先在数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等专业领域实施“先进制造业和现代服务业技能型紧缺人才培养培训工程”。劳动和社会保障部在全国范围内发起实施“国家高技能人才培养工程”,并制定了“三年五十万新技师培养计划”,以缓解高技能人才短缺状况。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写了急需开发的汽车应用、模具及数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写准备工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适应中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名

企业、行业协会、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关专家编写了《国家高技能紧缺人才培训丛书》。本套丛书分数控技术、模具技术、汽车维修 3 个专业,共 18 个分册。

本套丛书是为了适应高技能紧缺人才的培养而编写的,为此组建了以职业院校、培训机构与企业界人士相结合的编审委员会,发挥各自优势。丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学生职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

我们真诚希望本套丛书的出版能为我国的职业教育特别是紧缺技能人才的培训有所帮助。由于时间仓促,加上我们的水平和经验有限,丛书中可能存在某些缺点和不足,我们热切期待广大读者提出宝贵的意见和建议,以利我们今后不断改进和完善!



NTC 长三角国家高技能人才培养中心

《国家高技能紧缺人才培训丛书》编委会

2006 年 1 月

前 言

纵观改革开放 20 年,我国机床消费额大致和国民经济 GDP 增长值同步,10 年翻了一番。20 世纪 80 年代初,我国机床消费额为 10 亿美元,90 年代初达 20 亿美元,2000 年为 37.88 亿美元。当今世界机床最大消费国美国,消费额为 68 亿美元,原预计 2010 年中国将成为世界最大机床消费市场,令人意想不到的是,2003 年美国发表的一项调查统计报告称:全世界机床产值 2002 年约 310 亿美元,比上年减少 14.2%,但中国比上年增加 20%,达 56.96 亿美元。我国首次成为世界第一机床消费大国和全球第一机床进口大国。

随着 WTO 的日益深入,我国制造企业已开始广泛使用先进的数控技术,而掌握数控技术的机电复合人才奇缺。2003 年,国家数控系统工程技术研究中心的一项调研结果显示,仅数控机床的操作工就短缺 60 多万人。

我国目前的数控人才不仅表现在数量上的短缺,而且质量、知识结构也不能完全满足企业需求。根据 2004 年 2 月劳动和社会保障部、教育部等六部门调查研究和分析预测,数控技术应用是我国劳动力市场技能型人才最为短缺的 4 类人才之一,并名列榜首。

为加快和推动数控技术的发展,国防工业出版社根据教育部大力推动技能型紧缺人才培养培训工程的指导思想,通过大量的市场调研,并结合现有教材的实际情况,组织编写急需开发的数控专业技能实训教材。为做好该套教材的编写工作,使之更适合现代职业教育的特点,突出实践性教学,适用中等职业学校和企业培训的需要,特邀请长三角地区知名先进制造企业、职业院校及长三角国家高技能人才培养中心的有关教授、专家编写《国家高技能紧缺人才培养丛书 数控技术》。本套丛书包括:

1. 《数控车工技能实训教程》
2. 《数控铣工技能实训教程》
3. 《数控线切割加工技能实训教程》
4. 《数控加工中心技能实训教程》
5. 《数控编程技能实训教程》
6. 《数控机床维修技能实训教程》

组织编写本套培训丛书的目的,在于提供一套与传统教材编写模式不同、富有时代创新特色、有利于应用型技能人才培养、真正适合就业方向的实训教材,以满足培养工程应用型技能人才的需求。

《数控铣工技能实训教程》一书是根据“高等职业教育机械类专业人才培养目标及基本规格”的要求编写的。本书系统地介绍了数控铣床的分类与应用、数控铣床的结构组成、数控铣床的加工工艺、数控编程的基础知识,并结合实例讲解了FANUC系统、SIEMENS系统典型数控铣床加工实训,突出了应用性、实用性、综合性和先进性,体系新颖,内容详实。本书可作为高职、高专、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院机床数控技术及应用、机电一体化等专业教材,同时也可作为职业技能培训的配套教材。另外,还可作为本科院校学生的实践教学和有关工厂技术人员的参考书。

本书由桂旺生副教授主编并统稿,参加编写人员主要有江南大学张能武、周斌兴,长三角国家高技能人才培养中心黄芸、程美玲,苏州工业园区培训中心邱立功,上海现代模具培训中心徐峰,上海屹丰模具制造有限公司吴红梅,上海昌美精械有限公司苏本杰等同志。本书稿由唐继艳、吴娟录入和校对。

本书在编写过程中得到国防工业出版社、上海模具协会、江苏模具协会、江南大学机械学院、常州职业技术学院、韩国机床设备销售服务中心、上海现代模具技术培训中心、长三角国家高技能人才培养中心的大力支持和帮助,并得到众多专家的指导和鼎力相助;同时参考了大量的企业内训资料和图书出版资料,谨此表示衷心的感谢和崇高敬意!

因编者水平有限,加上时间仓促,书中难免有缺点和不妥之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年1月于上海

目 录

第一单元 数控铣床基础知识..... 1	课题二 数控铣床加工工艺分析..... 26
课题一 数控铣床概述..... 1	一、数控铣床加工零件的工艺性分析..... 26
一、数控铣床的分类..... 1	二、数控铣床加工工艺路线的拟订..... 29
二、数控铣床的主要功能..... 2	课题三 工件在数控铣床上的定位与装夹..... 36
三、数控铣床的加工工艺范围..... 4	一、工件定位的基本原理..... 36
四、数控铣床的组成..... 5	二、定位基准的选择原则..... 38
五、数控铣床的典型结构..... 6	三、常见定位方式及定位元件..... 41
课题二 数控铣床机械结构..... 9	四、定位误差..... 45
一、基础件..... 9	五、工件的夹紧..... 46
二、主传动系统..... 9	六、数控铣床夹具介绍..... 48
三、进给传动系统..... 10	七、组合夹具简介..... 51
四、回转工作台..... 13	课题四 数控铣床加工工序的设计..... 53
五、其他机械功能附件..... 14	一、确定走刀路线和工步顺序..... 53
课题三 数控铣床的数控系统..... 14	二、定位与夹紧方案的确定..... 56
一、数控及计算机数控..... 14	三、夹具的选择..... 57
二、计算机数控系统的内部工作过程..... 15	四、刀具的选择..... 57
三、CNC系统的主要功能..... 16	五、切削用量的确定..... 59
四、常用数控系统的种类与特点..... 19	六、对刀点与换刀点的确定..... 62
课题四 数控铣床的伺服系统..... 20	课题五 典型零件数控铣削加工工艺分析..... 63
一、伺服系统的概念..... 20	一、平面凸轮零件的数控铣削加工工艺..... 63
二、伺服系统的分类..... 21	二、支架零件的数控铣削加工工艺..... 65
三、数控机床对伺服系统的要求..... 23	第三单元 数控铣床编程基础..... 71
第二单元 数控铣床加工工艺分析..... 24	课题一 数控编程基础知识..... 71
课题一 数控铣床加工工艺概述..... 24	一、数控编程的基本概念..... 71
一、数控铣床加工的主要对象..... 24	
二、数控铣床加工工艺的基本特点..... 25	
三、数控铣床加工工艺的主要内容..... 25	

二、数控机床的坐标系统	73	第四单元 典型数控铣床加工实训 ...	107
三、数控加工程序与指令代码	76	课题一 FANUC 系统数控铣床	
课题二 数控铣床的程序编制	80	加工实训	107
一、数控铣削加工编程的特点	80	一、XK5025 型数控铣床的组成	
二、坐标系及其编程命令	80	及操作	107
三、尺寸形式指令	83	二、FANUC15 系统的编程指令及	
四、常用的辅助功能	84	编程要点	115
五、刀具功能 T、主轴转速功能 S		三、FANUC 系统编程及加工实	
和进给功能 F	85	例	118
六、螺旋线插补指令	85	课题二 SIEMENS 系统数控铣床	
七、刀具补偿指令及其编程	87	加工实训	135
八、参考点相关指令	92	一、SINUMERIK 802D 数控铣	
九、子程序	93	床的组成及操作	135
十、镜像加工指令	94	二、SINUMERIK 802D 系统的编	
十一、宏程序	96	程指令及编程方法	151
课题三 数控铣床综合编程实训 ...	100	三、SIEMENS 系统编程及加工	
一、数控铣床综合编程实训一 ...	100	实例	182
二、数控铣床综合编程实训二 ...	101	参考文献	196

第一单元 数控铣床基础知识

数控铣床是一种用途广泛的数控机床,特别适合于加工凸轮、模具、螺旋桨等形状复杂的零件,在汽车、模具、航空航天、军工等行业得到了广泛的应用。数控铣床在制造业中具有重要地位,目前迅速发展起来的加工中心也是在数控铣床的基础上产生的。由于数控铣削工艺较复杂,需要解决的技术问题也较多,因此,铣削也是研究机床和开发数控系统及自动编程软件系统的重点。

课题一 数控铣床概述

一、数控铣床的分类

1. 布置形式及布局特点

按机床主轴的布置形式及机床的布局特点分类,可分为数控立式铣床、数控卧式铣床和数控龙门铣床等。

(1) 数控立式铣床。如图 1-1 所示,数控立式铣床主轴与机床工作台面垂直,工件装夹方便,加工时便于观察,但不便于排屑。一般采用固定式立柱结构,工作台不升降。主轴箱作上下运动,并通过立柱内的重锤平衡主轴箱的质量。为保证机床的刚性,主轴中心线距立柱导轨面的距离不能太大,因此,这种结构主要用于中小尺寸的数控铣床。

(2) 数控卧式铣床。如图 1-2 所示,数控卧式铣床的主轴与机床工作台面平行,加工时不便于观察,但排屑顺畅。一般配有数控回转工作台,便于加工零件的不同侧面。单纯的数控卧式铣床现在已比较少,而多是在配备自动换刀装置(ATC)后成为卧式加工中心。

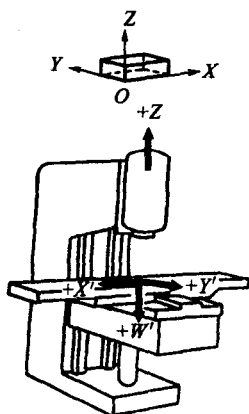


图 1-1 数控立式铣床

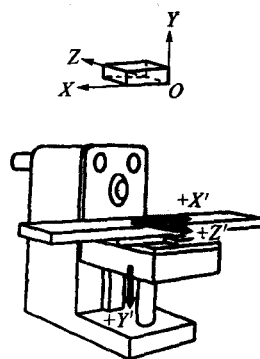


图 1-2 数控卧式铣床

(3) 数控龙门铣床。对于大尺寸的数控铣床,一般采用对称的双立柱结构,以保证机床的整体刚性和强度,这就是数控龙门铣床。数控龙门铣床有工作台移动和龙门架移动两种形式。它适用于加工飞机整体结构件零件、大型箱体零件和大型模具等,如图 1-3 所示。

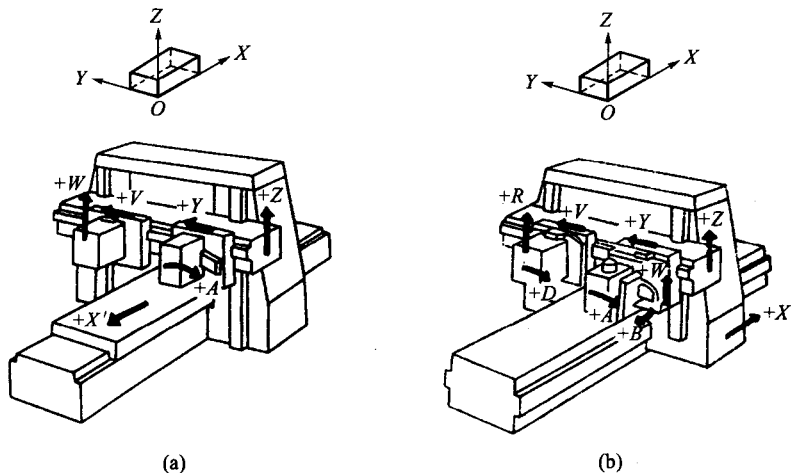


图 1-3 数控龙门铣床
(a) 工作台移动式; (b) 龙门架移动式。

2. 数控系统的功能

按数控系统的功能分类,数控铣床可分为经济型数控铣床、全功能数控铣床和高速铣削数控铣床等。

(1) 经济型数控铣床。经济型数控铣床一般采用经济型数控系统,如 SW.MENS 802S 等采用开环控制,可以实现三坐标联动。这种数控铣床成本较低,功能简单,加工精度不高,适用于一般复杂零件的加工。一般有工作台升降式和床身式两种类型。

(2) 全功能数控铣床。全功能数控铣床采用半闭环控制或闭环控制,其数控系统功能丰富,一般可以实现四坐标以上的联动,加工适应性强,应用最广泛。

(3) 高速铣削数控铣床。高速铣削是数控加工的一个发展方向,技术已经比较成熟,已逐渐得到广泛的应用。这种数控铣床采用全新的机床结构、功能部件和功能强大的数控系统,并配以加工性能优越的刀具系统,加工时主轴转速一般在 $(8000 \sim 40000) \text{ r/min}$,切削进给速度可达 $(10 \sim 30) \text{ m/min}$,可以对大面积的曲面进行高效率、高质量的加工。但目前这种机床价格昂贵,使用成本比较高。

二、数控铣床的主要功能

不同档次的数控铣床的功能有较大的差别,但都应具备以下主要功能。

1. 铣削加工

数控铣床一般应具有三坐标以上的联动功能,能够进行直线插补和圆弧插补,自动控制旋转的铣刀相对于工件运动进行铣削加工。坐标联动轴数越多,对工件的装夹要求就

越低,加工工艺范围越大。

2. 孔及螺纹加工

可以采用孔加工刀具进行钻、扩、铰、镗、镗削等加工,也可以采用铣刀铣削不同尺寸的孔。在数控铣床上可以采用丝锥加工螺纹孔,也可以采用螺纹铣刀铣削内螺纹和外螺纹,这种方法比传统的丝锥加工效率要高很多。

3. 刀具半径自动补偿功能

使用这一功能,在编程时可以很方便地按工件实际轮廓形状和尺寸进行编程计算,而加工中可以使刀具中心自动偏离工件轮廓一个刀具半径,从而加工出符合要求的轮廓表面。也可以利用该功能,通过改变刀具半径补偿量的方法来弥补铣刀造成的尺寸精度误差,扩大刀具直径选用范围及刀具返修刃磨的允许误差。还可以利用改变刀具半径补偿值的方法,以同一加工程序实现分层铣削和粗、精加工或用于提高加工精度。此外,通过改变刀具半径补偿值的正负号,还可以用同一加工程序加工某些需要相互配合的工件(如相互配合的凹凸模等)。

4. 刀具长度补偿功能

利用该功能可以自动改变切削平面高度,同时可以降低在制造与返修时对刀具长度尺寸的精度要求,还可以弥补轴向对刀误差。

5. 固定循环功能

利用数控铣床对孔进行钻、扩、铰、镗和镗加工时,加工的基本动作是:刀具无切削快速到达孔位——慢速切削进给——快速退回。对于这种典型化动作,可以专门设计一段程序(子程序),在需要的时候进行调用来实现上述加工循环。特别是在加工许多相同的孔时,应用固定循环功能可以大大简化程序。利用数控铣床的连续轮廓控制功能时,也常常遇到一些典型化的动作,如铣整圆、方槽等,也可以实现循环加工。对于大小不等的同类几何形状(圆、矩形、三角形、平行四边形等),也可以用参数方式编制出加工各种几何形状的子程序,在加工中按需要调用,并对子程序中设定的参数随时赋值,就可以加工出大小不同或形状不同的工件轮廓及孔径、孔深不同的孔。目前,已有不少数控铣床的数控系统附带有各种已编好的子程序库,并可以进行多重嵌套,用户可以直接加以调用,编程就更加方便。

6. 镜像加工功能

镜像加工也称为轴对称加工。对于一个轴对称形状的工件来说,利用这一功能,只要编出一半形状的加工程序就可完成全部加工。

7. 子程序功能

对于需要多次重复的加工动作或加工区域,可以将其编成子程序,在主程序需要的时候调用它,并且可以实现子程序的多级嵌套,以简化程序的编写。

8. 数据输入输出及 DNC 功能

数控铣床一般通过 RS232C 接口进行数据的输入及输出,包括加工程序和机床参数等,可以在机床与机床之间、机床与计算机之间进行。

数控铣床按照标准配置提供的程序存储空间一般都比较小,尤其是中低档的数控铣床,大概有几十 K 至几百 K 之间。当加工程序超过存储空间时,就应当采用 DNC 加工,即外部计算机直接控制数控铣床进行加工,这在加工曲面时经常遇到。否则,只有将程序

分成几部分分别执行,这种方法既操作繁琐,又影响生产效率。

9. 数据采集功能

数控铣床在配置了数据采集系统后,就可以通过传感器(通常为电磁感直式、红外线或激光扫描式)对工件或实物(样板、样件、模型等)进行测量和采集所需要的数据。对于仿形数控系统,还能对采集到的数据进行自动处理并生成数控加工程序,这为仿制与逆向设计制造工程提供了有效手段。

10. 自诊断功能

自诊断是数控系统在运转中的自我诊断。当数控系统一旦发生故障,借助系统的自诊断功能,往往可以迅速、准确地查明原因并确定故障部位。它是数控系统的一项重要功能,对数控机床的维修具有重要的作用。

三、数控铣床的加工工艺范围

铣削是机械加工中最常用的加工方法之一,它主要包括平面铣削和轮廓铣削,也可以对零件进行钻、扩、铰、镗和镗孔加工与攻螺纹等。在铣削加工中,它特别适用于加工下列几类零件:

1. 平面类零件

这类零件的加工面与定位面成固定的角度,且各个加工面是平面或可以展开为平面。如各种盖板、凸轮以及飞机整体结构件中的框、肋等,如图 1-4 所示。加工部位包括平面、沟槽、外形、腔槽、台阶、倒角和倒圆等。这类零件一般只需用两坐标联动就可以加工出来。

2. 变斜角类零件

加工面与水平面的夹角呈连续变化的零件称为变斜角类零件。如图 1-5 所示是飞机上的一种变斜角梁缘条,该零件在第 2 肋至第 5 肋的斜角 α 从 $3^{\circ}10'$ 均匀变化成 $2^{\circ}32'$,从第 5 肋至第 9 肋再均匀变化为 $1^{\circ}20'$,从第 9 肋到第 12 肋又均匀变化至 0° 。变斜角类零件的变斜角加工面不能展开为平面,但在加工中,加工面与铣刀圆周接触的瞬间为一条直线。

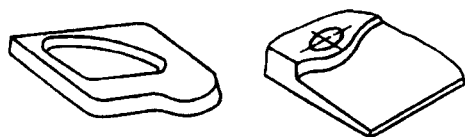


图 1-4 平面类零件

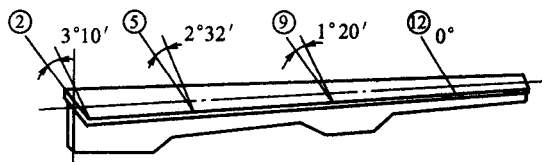


图 1-5 变斜角类零件

3. 曲面类(立体类)零件

加工面为空间曲面的零件称为曲面类零件。曲面类零件的加工面不仅不能展开为平面,而且它的加工面与铣刀始终为点接触。加工曲面类零件一般采用三坐标数控铣床。常用的加工方法主要有两种:

(1) 采用三坐标数控铣床进行二轴半坐标控制加工。此加工方法加工时只有两个坐

标联动,另一个坐标按一定行距周期性进给。这种方法常用于不太复杂的空间曲面的加工,如图1-6所示是对曲面进行二轴半坐标行切加工的示意图。

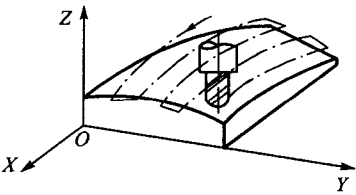


图 1-6 二轴半坐标行切加工曲面

(2) 采用三坐标数控铣床三坐标联动加工空间曲面。此加工方法所用铣床必须能进行 X 、 Y 、 Z 三坐标联动加工,能进行空间直线插补。这种方法常用于发动机及模具等复杂空间曲面的加工。

加工曲面类零件的刀具一般使用球头刀具,因为用其他刀具加工曲面时容易产生干涉而铣伤邻近表面。

四、数控铣床的组成

数控铣床形式多样,不同类型的数控铣床在组成上虽有所差别,但却有许多相似之处。下面以 XK5040A 型数控立式升降台铣床为例介绍其组成情况。

XK5040A 型数控立式升降台铣床配有 FANUC-3MA 数控系统,采用全数字交流伺服驱动。如图 1-7 所示为 XK5040A 型数控铣床的结构布局。

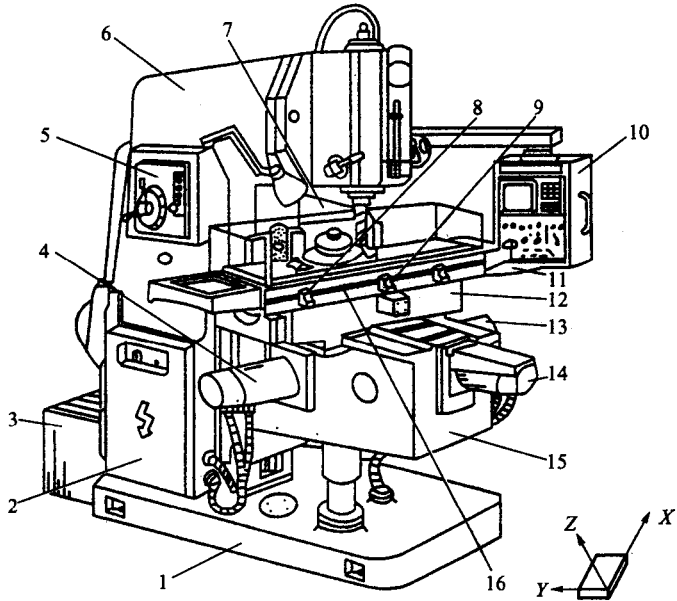


图 1-7 XK5040A 型数控铣床的布局图

- 1—底座; 2—强电柜; 3—变压器箱; 4—垂直升降(Z 轴)进给伺服电动机; 5—主轴变速手柄和按钮板;
- 6—床身; 7—数控柜; 8、11—保护开关(控制纵向行程硬限位); 9—挡铁(用于纵向参考点设定);
- 10—操纵台; 12—横向溜板; 13—纵向(X 轴)进给伺服电动机;
- 14—横向(Y 轴)进给伺服电动机; 15—升降台; 16—纵向工作台。

该机床由 6 个主要部分组成,即床身部分,铣头部分,工作台部分,横进给部分,升降台部分,冷却、润滑部分。

1. 床身

床身内部布局合理,具有良好的刚性,底座上设有 4 个调节螺栓,便于机床进行水平调整,切削液储液池设在机床座内部。

2. 铣头

铣头部分由有级(或无级)变速箱和铣头两个部件组成。

铣头主轴支承在高精度轴承上,保证主轴具有高回转精度和良好的刚性;主轴装有快速换刀螺母,前端锥孔采用 ISO50 # 锥度;主轴采用机械无级变速,其调节范围宽,传动平稳,操作方便。刹车机构能使主轴迅速制动,可节省辅助时间,刹车时通过制动手柄撑开止动环使主轴立即制动。启动主电动机时,应注意松开主轴制动手柄。铣头部件还装有伺服电动机、内齿带轮、滚珠丝杠副及主轴套筒,它们形成垂向(Z 向)进给传动链,使主轴作垂向直线运动。

3. 工作台

工作台与床鞍支承在升降台较宽的水平导轨上,工作台的纵向进给是由安装在工作台右端的伺服电动机驱动的。通过内齿带轮带动精密滚珠丝杠副,从而使工作台获得纵向进给。工作台左端装有手轮和刻度盘,以便进行手动操作。

床鞍的纵横向导轨面均采用了 TURCTIE-B 贴塑面,从而提高了导轨的耐磨性、运动的平稳性和精度的保持性,消除了低速爬行现象。

4. 升降台(横向进给部分)

升降台前方装有交流伺服电动机,驱动床鞍作横向进给运动,其传动原理与工作台的纵向进给相同。此外,在横向滚珠丝杠前端还装有进给手轮,可实现手动进给。升降台左侧装有锁紧手柄,轴的前端装有长手柄,可带动锥齿轮及升降台丝杆旋转,从而获得升降台的升降运动。

5. 冷却与润滑装置

(1) 冷却系统。机床的冷却系统是由冷却泵、出水管、回水管、开关及喷嘴等组成,冷却泵安装在机床底座的内腔里,冷却泵将切削液从底座内储液池打至出水管,然后经喷嘴喷出,对切削区进行冷却。

(2) 润滑系统及方式。润滑系统是由手动润滑油泵、分油器、节流阀、油管等组成。机床采用周期润滑方式,用手动润滑油泵,通过分油器对主轴套筒、纵横向导轨及三向滚珠丝杆进行润滑,以提高机床的使用寿命。

五、数控铣床的典型结构

1. XK5040A 型数控铣床的传动系统图

XK5040A 型数控铣床的传动系统图如图 1-8 所示。该机床的主体运动是主轴的旋转运动。由 7.5kW、1450 r/min 的主电动机驱动,经 $\phi 140\text{ mm}/\phi 285\text{ mm}$ 三角带传动,再经 I ~ II 轴间的三联滑移齿轮变速组、II ~ III 轴间的三联滑移齿轮变速组、III ~ IV 轴间的双联滑移齿轮变速组和 IV ~ V 轴间的圆锥齿轮副 29/29 及 V ~ VI 轴间的齿轮副 67/167 传到主轴,使之获得 18 级转速,转速范围为 $(30 \sim 1500)\text{ r/min}$ 。

进给运动有工作台纵向、横向和垂直三个方向。纵向、横向进给运动由 FB-15 型直伺服电动机驱动,经过圆柱斜齿轮副带动滚珠丝杠转动,垂直方向进给运动由 FB-25 型

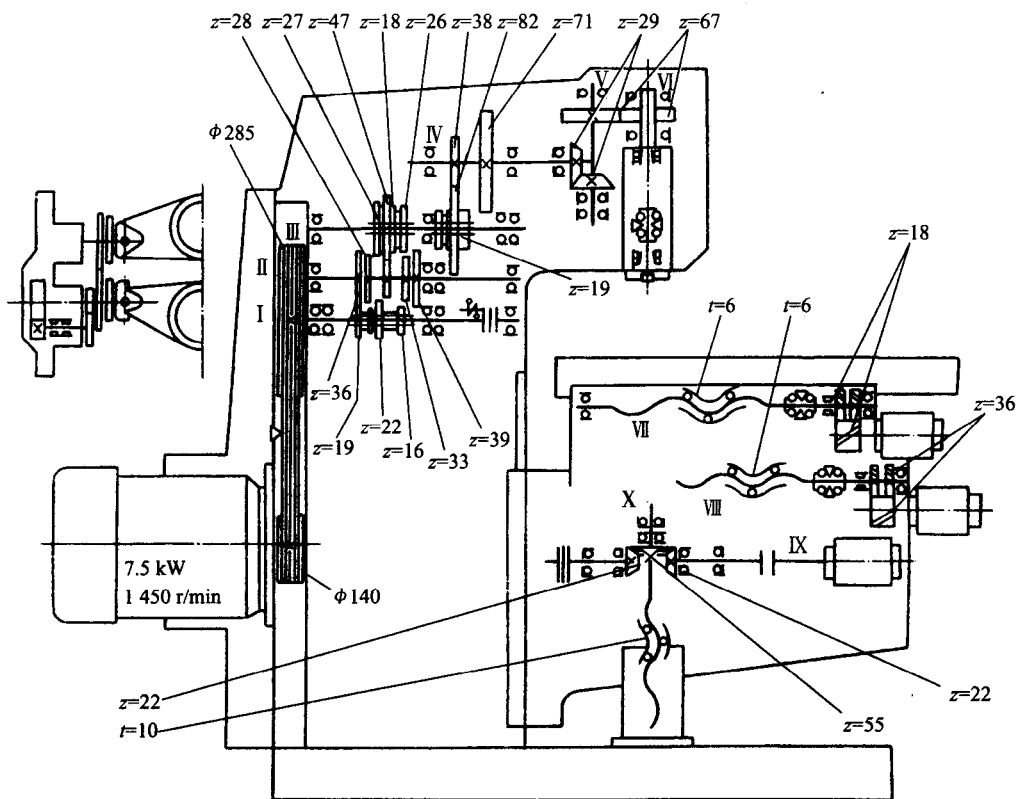


图 1-8 XKS040A 型数控铣床传动系统图

制动器的直流伺服电动机驱动,经圆锥齿轮副带动滚珠丝杠转动。进给系统传动齿轮间隙消除,采用双片斜齿轮消除间隙机构(如图 1-9 所示),调整螺母 1,即可依靠弹簧 2 自消除间隙。

2. 数控铣床主传动系统的变速方式

为了保证数控铣床在加工时能选用合理的切削度,获得最佳的生产效率、加工精度和表面质量,主传动必须具有很宽的变速范围。目前数控铣床的主传动变速方式主要有无级变速和分段无级变速两种。

(1) 无级变速。无级变速是指主轴的转速直接由主轴电动机的变速来实现,其配置方式通常有两种,如图 1-10 所示。

第一种是主轴电动机通过带传动驱动主轴转动。这种传动方式在加工过程中传动噪声小,但主轴输出转矩较小,因而主要用于小型数控铣床上。

第二种是主轴电动机直接驱动主轴转动。这种传动方式大大简化了主轴箱与主轴的结

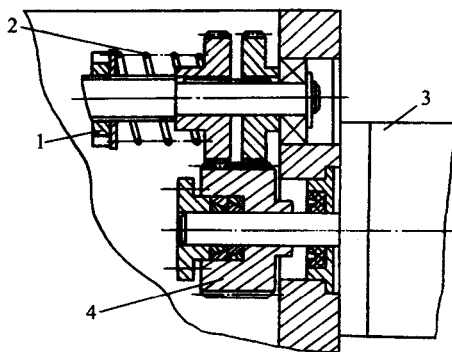


图 1-9 齿轮间隙消除机构

1—螺母; 2—弹簧; 3—电动机; 4—齿轮。